

Н. В. Подопригора,

кандидат педагогічних наук, доцент

(Кіровоградський державний педагогічний
університет імені Володимира Винниченка)

**МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ФІЗИКИ ЯК ІНТЕГРАТИВНИЙ ЧИННИК
МІЖДИСЦИПЛІНАРНИХ ЗВ'ЯЗКІВ У ПРОФЕСІЙНІЙ НАУКОВО-
ПРЕДМЕТНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ**

Постановка проблеми. Нині система підготовки майбутніх учителів фізики у педагогічних університетах України є предметно-центричною, що не сприяє в повній мірі розвитку цілісності уявлень студентів як у науково-предметній галузі про предмет дослідження фізики-науки, так і в педагогічній – теорії та методики навчання фізики. Кожна з навчальних дисциплін у циклі професійної підготовки майбутніх учителів фізики спрямована передусім на досягнення самостійної системоутворювальної мети. Як наслідок, становлення педагога-професіонала в навчально-пізнавальному процесі з фізики в структурі фізико-математичної та

методичної підготовки відбувається дискретно. Синтез знань з різних дисциплін здійснюється студентами найчастіше самостійно і на тому рівні, на якому їм це вдається зробити. Тому актуальною завжди залишається проблема з відшукування нових шляхів до розбудови відкритої й гнучкої методичної системи професійної науково-предметної підготовки майбутніх учителів фізики на засадах інтегративного підходу, що істотно сприяло б підвищенню якості такої підготовки.

Аналіз досліджень і публікацій. Ми поділяємо й підтримуємо думку П. Атаманчука про те, що отримання фундаментальних знань є концептуальною проблемою навчання і виховання студента у вишах України. Зокрема, науковець зазначає, що вищий навчальний заклад педагогічного профілю об'єктивно зорієнтований на таке навчання студента, яке дає йому змогу оволодіти передусім фундаментальними основами знань за певним фахом і здатністю до самостійного пошуку інформації, максимально адаптованої до реальної професійної діяльності [1]. Проте досягненню самостійності передує довготривалий процес науково-предметної та методичної підготовки студентів, спрямований передусім на вирішення глобальної проблеми адаптації фундаментальних знань предметної галузі в практичну площину шкільних умов.

Намагання відшукати шляхи щодо розвитку навчально-пізнавального процесу з фізики в педагогічному університеті вказують на те, що жодна окрема навчальна дисципліна в ньому не спроможна сформувати очікуваної інтегрованої професійної-педагогічної якості в майбутнього вчителя фізики впродовж його навчання. На нашу думку, одним із напрямів вирішення зазначеної проблеми є інтегративний підхід до навчання фізики.

Нині в педагогіці важливість взаємопроникнення змісту навчальних дисциплін, як правило, не викликає сумнівів. Методологічною основою міждисциплінарної інтеграції є відповідний підхід, який у педагогічних дослідженнях є достатньо обґрунтованим. Проте міждисциплінарна інтеграція – явище багатогранне, й дотепер серед дослідників цього феномена не вироблено єдиної методики й цілісного підходу до методології, яка б утілювала ідеї міждисциплінарної інтеграції в сучасному навчальному процесі.

Синтез наукового знання й інтеграція навчальних дисциплін на рівні міждисциплінарних зв'язків, на думку І. Коваленко, ґрунтуються на матеріальній єдності світу й цілісності особистості. Досягнення цілей педагогічної освіти, таких, як цілісний розвиток особистості, підвищення рівня фундаментальної та професійної підготовки можливі за умови впровадження міждисциплінарних зв'язків у навчально-виховний процес вищої педагогічної школи [3]. О. Афансьєва, вирішуючи проблему доцільності міждисциплінарного підходу в освітньому процесі, зокрема в процесі управління комунікативною освітою студентів вищих навчальних закладів педагогічного профілю, розширює можливості міждисциплінарної інтеграції і вбачає в ній відображення процесів об'єднання навчальних дисциплін для вирішення ґносеологічних, методичних, технологічних і практичних проблем. Інтеграція трактується нею як забезпечення цілісності навчального процесу. На думку науковця, педагогічна інтеграція є вищою формою єдності цілей, задач, методів викладання змісту дисциплін і

інтерпретується як основа для утворення нових педагогічних одиниць освіти на засадах внутрішнього взаємозв'язку навчальних дисциплін та відповідного їм дидактичного обґрунтування [2].

Розв'язання проблеми подолання суперечності між необхідністю забезпечення високого рівня інтеграції науково-предметних знань з фізики та прискорювальним процесом диференціації навчальних дисциплін циклу професійної підготовки майбутніх вчителів фізики ми вбачаємо на *інтра- та міждисциплінарному рівнях*, які охоплюватимуть такі окремі галузі наук, як педагогічна, психологічна та фізико-математична. Нами категорія "міждисциплінарна інтеграція" була обрана для аналізу у зв'язку з необхідністю визначення й обґрунтування теоретичних і методологічних засад навчання майбутніх учителів фізики математичних методів фізики у змісті дисциплін їх професійної науково-предметної підготовки.

Метою нашої статті є визначення ієрархії взаємозв'язків на рівні професійної науково-предметної підготовки майбутніх учителів фізики до навчання математичних методів фізики на засадах міждисциплінарної інтеграції.

Виклад основного матеріалу. Інтеграційні процеси в сучасній дидактиці фізики відбуваються переважно на прикладному, методологічному та дидактичному рівнях і завжди мають комплексний, *міждисциплінарний характер*. Міждисциплінарні зв'язки в сучасному навчальному процесі є проявом інтегративних процесів, які відбуваються в науці й житті суспільства. Вони відіграють важливу роль у підвищенні фундаментальної, науково-природничої, професійної та практичної підготовки майбутніх учителів фізики. Істотною особливістю такої підготовки є оволодіння студентами узагальненим характером пізнавальної діяльності, основу якої складають наукові уявлення про світ: поняття, закони та основоположні закономірності, що є наскрізними поняттями, які формуються в школі і трансформуються у ВНЗ. Для процесу підготовки вчителів фізики така трансформація характерна і в зворотному напрямку – від вишу до школи.

На рівні професійної науково-предметної підготовки майбутніх учителів фізики міждисциплінарні зв'язки дозволяють встановити не лише своєрідні "містки" між навчальними дисциплінами, але й на основі спільності їх змісту побудувати цілісну систему навчання, що є важливою умовою й результатом комплексного підходу, який дозволяє вичленувати основні елементи змісту педагогічної освіти і взаємозв'язки між навчальними дисциплінами.

У межах нашого дослідження під *міждисциплінарною інтеграцією* ми розуміємо взаємопроникнення змісту різних навчальних дисциплін та створення єдиного освітнього потенціалу шляхом використання традиційних і інноваційних педагогічних методів, засобів і організаційних форм навчання фізики в педагогічному університеті, а *міждисциплінарні зв'язки* – як особливо значні фактори формування, розвитку та утримання як цілого структури навчально-пізнавального процесу з фізики – педагогічної системи так, щоб міждисциплінарний зв'язок здатний був забезпечити можливості отримання нової якості – зінтегрованої. Такий зв'язок є цілісним, проте й не має чіткого розмежування.

Окрім *інваріантних знань* з педагогіки, психології, філософії, які вивчають усі студенти педагогічного університету, для майбутніх вчителів фізики провідним

є *варіативне* – фізико-математичне знання, що проявляється в потребі сформувати у фахівців цієї спеціальності специфічних якостей, характерних лише для них. Тому в структурі професійної науково-предметної підготовки майбутнього вчителя фізики ми виділяємо два головних компоненти – фізико-математичну та методичну підготовку. У структурі методичної підготовки майбутнього вчителя фізики В. Шарко визначає ієрархію взаємозв'язків та вказує на їх нелінійний характер [8, с. 90]. Проте пропонується ієрархія потребує врахування зв'язків і для варіативного компонента на рівні *фундаментальної фізико-математичної підготовки*, рис. 1.

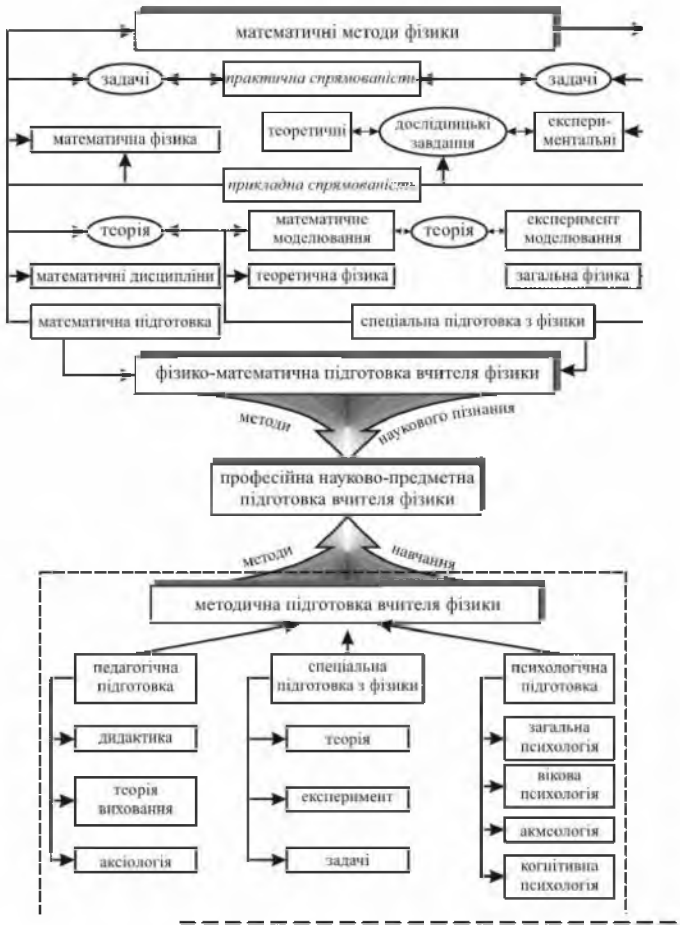


Рис.1. Інтегративна ієрархія взаємозв'язків на рівні професійної науково-предметної підготовки майбутнього вчителя фізики, де простежується інтегративний характер його методичної підготовки (за В. Шарко)

Фундаментальна фізико-математична підготовка вчителя фізики являє собою синтез математичної й спеціальної підготовки з фізики. Фізико-математична підготовка вчителя фізики закладає основу щодо формування в нього специфічних методичних знань у курсі методики навчання фізики через зміст таких навчальних дисциплін, як математичні методи фізики, теоретична фізика, загальна фізика, що входять до циклу професійної підготовки. Наведена схема ілюструє нелінійний характер професійної науково-предметної підготовки майбутнього вчителя фізики, одним із інтегративних чинників якої виступають математичні методи фізики.

Математичні методи фізики як методологія наукових досліджень у галузі теоретичної фізики розробляються математичною фізикою. Остання належить до галузі математичних наук – прикладної математики. Математичні моделі реальних фізичних об'єктів розробляються теоретичною фізикою. Тому математична фізика перебуває на стику двох наук – математики і фізики. У педагогічних університетах математична фізика вивчається в курсі математичних методів фізики. Проте значення математичних методів у змісті інших навчальних дисциплін у процесі навчально-пізнавальної діяльності з фізики важко переоцінити.

Інтегруванню змістово-утворювальних компонентів дисциплін циклу професійної підготовки майбутніх вчителів фізики сприяють методи наукового пізнання. Повний цикл наукового пізнання фізики складають два рівноправних і взаємодоповнюваних компоненти: теорія й експеримент (рис. 2). Теорія включає факти, моделі та наслідки, а експеримент – умови, результат і інтерпретацію.

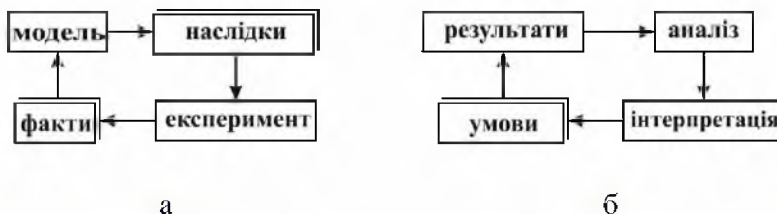


Рис. 2. Наукове пізнання в теоретичному (а) і експериментальному (б) циклах [9, с.15]

Теоретичний цикл наукового пізнання (рис. 2 а) розпочинається з вивчення фактів, положень, істинність яких встановлена експериментально або теоретично. Вивчення фактів спонукає до міркувань та висунення здогадок про фізичну сутність досліджуваного явища. Факти пояснюються теоретичною моделлю явища, основу якої складають якісна фізична й кількісна математична моделі. Модель є гіпотезою, безпосереднє експериментальне обґрунтування якої неможливе. Тому за моделлю логічними міркуваннями визначають наслідки, які носять як якісний, так і кількісний характер; наслідки теоретичного аналізу потребують експериментальної перевірки. Якщо експеримент підтверджує, що наслідки моделі відповідають дійсності, тоді модель у межах її застосовності вважається обґрунтованою. Наукове пізнання здійснюється не лише в теоретичному, а й експериментальному циклі (рис. 2 б). Експеримент

складають кілька етапів. У першу чергу, потрібно розробити і створити умови експерименту. Результати виконання експерименту аналізують і інтерпретують на звичайних засадах математичного моделювання, що дає нову інформацію про досліджуваний об'єкт, факти доповнюють існуючу систему знань. Ключовим моментом такого порівняння є те, що кожен з циклів містить як експериментальний, так і теоретичний елементи, які не лише взаємопоєднані, а й взаємодоповнюють один одного.

Особливостями теоретичного методу пізнання природи, який є головним у курсі теоретичної фізики, є: постановка проблеми, заснована на емпіричних фактах про об'єкт дослідження – виділення найістотніших властивостей і зв'язків об'єкта – математичне моделювання об'єкта – гіпотеза щодо справжності запропонованої моделі, перспектив практичної реалізації, прогностичних можливостей – теоретичний аналіз моделі з урахуванням особливостей її перебування в тих або інших умовах – наслідок (закон, принцип, теорія) – емпірична перевірка відповідності критеріям істинності (експеримент). Характерним для визначального інтегративного чинника щодо пошуку шляхів узагальнення теоретичного та експериментального знання є те, що експериментальний (чуттєвий) компонент у процесі теоретичного пізнання природи не ліквідується, а безпосередньо йому підпорядковується. З експерименту починається і ним завершується.

Експериментальний метод пізнання природи є головним у курсі загальної фізики: розробляються умови експерименту (демонстраційного або лабораторного); результати виконання експерименту за допомогою математичних методів аналізують і інтерпретують на предмет відповідності фундаментальним законам фізики. Інтегративним чинником узагальнення теоретичного та експериментального знання є математичне моделювання, теоретичний (абстрактний) компонент у процесі експериментального пізнання природи не ліквідується, а йому підпорядковується.

Тому природно припустити, що цільові й змістові компоненти курсів загальної та теоретичної фізики теж мають бути не лише взаємопоєднуваними, а й взаємодоповнюваними. Разом з тим, слід урахувати, що методологія теоретичних досліджень, заснована як на якісних, так і кількісних математичних методах, потребує їх адаптації в практичній площині навчальних дій у процесі підготовки майбутніх учителів фізики як на прикладному і практичному рівнях їх реалізації. Математика і фізика – базові навчальні дисципліни, що відіграють головну роль у підготовці вчителів фізики, їх вивчення є основою методики навчання фізики, яка вирішує глобальну проблему з адаптації природничо-наукових і фундаментальних знань у практичну площину шкільних умов. Практично будь-яка задача фізико-технічного змісту не може бути ефективно розв'язана без застосування математичних методів. Тому навчання математичних методів фізики є ваговою й обов'язковою складовою підготовки майбутніх вчителів фізики щодо їх професійної науково-предметної підготовки.

На прикладному рівні фізико-математичної підготовки вчителів фізики навчання математичних методів фізики реалізується на засадах вивчення

математичної фізики, у циклі математичних дисциплін педагогічного університету – це курс математичних методів фізики. Спеціальна підготовка з фізики забезпечує прикладну спрямованість навчання фізики на основі розв'язування різноманітних дослідницьких завдань: експериментальних – у лабораторному практикумі курсу загальної фізики; теоретичних – у курсі теоретичної фізики. Якщо узгодити вивчення математичної фізики в часі (другий рік навчання) – після початку вивчення курсу загальної фізики (перший рік навчання) і початком вивчення курсу теоретичної фізики (третій рік навчання), це лише посприяє процесу інтеграції знань у змісті зазначених дисциплін та урізноманітнить форми інтегративного навчання фізики на засадах математичного моделювання, урахуваючи притаманні процесу навчання фізики рефлексивність, критичне ставлення до самого процесу пізнання, його форм, прийомів і методів, понятійного апарату. Одним із прикладів такої реалізації є комплексне представлення нами співвідношень невизначеностей у процесі підготовки майбутніх учителів фізики [4, с.5]. Практичну спрямованість навчання ми вбачаємо в розв'язуванні задач у змісті всіх навчальних дисциплін циклу професійної науково-предметної підготовки майбутніх учителів фізики.

Отже, математичні методи фізики розробляються і вивчаються математикою, проте свою реалізацію знаходять на всіх рівнях у процесі підготовки майбутніх вчителів фізики в педагогічному університеті на засадах математичного моделювання. Саме тому математичні методи фізики ми розглядаємо як інтегративний чинник міждисциплінарних зв'язків у професійній науково-предметній підготовці майбутніх учителів фізики.

Теоретичний і експериментальний цикли наукового пізнання покладені в основу змістового і процесуального компонентів навчання фізики в педагогічному університеті фактично апроксимують методи наукового пізнання на методи навчання фізики та поєднують між собою фізико-математичну та методичну підготовку вчителя фізики в цілісне утворення – професійну науково-предметну підготовку вчителя фізики. Методи наукового пізнання відображені нами в курсах теоретичної [5] й загальної фізики [4], апроксимовані на методи навчання в курсі методики навчання фізики [6; 9], ми здійснюємо на засадах принципу циклічності, обґрунтованого в дидактиці фізики В. Розумовським [7].

Висновки. Реалізація професійної спрямованості навчання в педагогічному університеті, перетворення особистості студента в професіонала не можливі без якісної теоретичної бази знань з фундаментальних дисциплін. У свою чергу, для забезпечення структури неперервного формування системи знань майбутніх вчителів фізики необхідно, щоб у курсах фундаментальних наук було присутнє прикладне розв'язування проблем наук, пов'язаних із специфікою їх роботи. При цьому важлива і зворотна ідея – методи фундаментальних наук повинні повніше використовуватись при вивченні фахових дисциплін професійного спрямування. Інтеграція в навчанні є необхідною умовою, яка забезпечує неперервність, узгодженість, плановість, поступальний розвиток та наступність навчання на всіх етапах навчального процесу. Реалізація інтегративних підходів до навчання фізики – істотний фактор підвищення

його ефективності, здатний забезпечити якісну підготовку вчителів фізики і передбачає максимальне використання на кожному з етапів навчання того, що досягнуто на попередніх. Це, у свою чергу, потребує реалізації не лише міждисциплінарних зв'язків, а й послідовності вивчення окремих навчальних дисциплін, тем, співвідношення змісту окремих розділів.

Перспективи подальших пошуків у напрямі дослідження ми вбачаємо в застосуванні системного підходу в моделюванні процесу навчання майбутніх вчителів фізики математичних методів фізики в педагогічних університетах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Атаманчук П. С. Прогнозування як феномен особистісно орієнтованого навчання // Сучасні проблеми математичного моделювання, прогнозування та оптимізації: збірник наукових праць / П.С. Атаманчук, І. М. Конет, О.Г. Чорна. – Київ-Кам'янець-Подільський, 2006. – С. 83-89.
2. Афанасьєва О.Ю. Коммуникативное образование студентов педагогических вузов на основе идеи междисциплинарности / О.Ю. Афанасьева // Педагогическое образование и наука. – 2006, – № 2. – С. 24-28.
3. Коваленко І.В. Міждисциплінарні зв'язки як засіб поглибленого вивчення фізики студентами педагогічних університетів / І.В. Коваленко // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. – Серія 5. – Педагогічні науки: Реалії та перспективи. – 2011. – Вип. 28. – С. 99-103.
4. Подопрігора Н.В. Вивчення співвідношень невизначеностей на засадах модельного та реального експериментів / Н.В. Подопрігора, А.В. Ткаченко // Наукові записки. Серія: проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – 2014. – Вип. 6. – Ч. 1. – С. 94-104.
5. Подопрігора Н.В. Комплексне представлення співвідношень невизначеностей у процесі підготовки майбутніх учителів фізики / Н.В. Подопрігора // Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology. – 2014. – II (13), Issue : 26. – pp. 48-54.
6. Подопрігора Н.В. Математичне моделювання як метод навчання фізики: прикладний аспект // Вища освіта України: Теоретичний та науково-методичний часопис: [у 2 т.] / Подопрігора Н.В. – № 3(54). – 2014. – Т. 2. – С. 153-157.
7. Разумовский В.Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике: [пособ. для учителей] / Разумовский В.Г. – М. : Просвещение, 1975. – 272 с.
8. Шарко В.Д. Методична підготовка вчителя фізики в умовах неперервної освіти: монографія / Шарко В.Д. – Херсон: Видавництво ХДУ, 2006. – 400 с.
9. Podoprygora N. Organization and realization of the experimental cycle of scientific cognition at Physics study / Podoprygora Natalia// Latin-AmericanJournalofPhysicsEducation. – 2014.– No. 1, March. – Vol. 8. – pp. 13-21. – Режим доступу: <http://www.laipe.org>.